

# 库仑定律教学的高端备课\*

孙婷婷 郑友进 左桂鸿

(牡丹江师范学院物理与电子工程学院 黑龙江 牡丹江 157011)

(收稿日期:2022-05-09)

**摘要:**针对现行人教版高中物理教材第九章第2节“库仑定律”中显现的逻辑缺陷,指出教材中出现的4个主要问题,并进行库仑定律教学的高端备课新尝试。此次新尝试以科学方法为导向,旨在理清教学中的逻辑思路,将复杂知识简单化,并引导教师在教学过程中能够不拘泥于教材,而是创造性地使用教材,以期此次库仑定律教学的高端备课新尝试能够在凸显中学物理教学逻辑,提高学生逻辑思维能力等方面发挥积极作用。

**关键词:**库仑定律 高端备课 科学方法 教学逻辑

库仑定律是高中物理第九章第2节的内容,在第1节中,学生学习了电荷相关的基本知识,如电荷的概念、性质以及3种起电方式等。第2节“库仑定律”开始探讨电荷之间的作用力。这样编排比较符合学生的认知水平。然而,在进一步研究教材第九章第2节“库仑定律”时,笔者发现教材在这一节中存在多处逻辑缺陷。本文将指出这些问题,并进行逐一分析。此外,笔者将结合高端备课的新思路,对库仑定律进行重新设计,以期提高库仑定律教学效果,并为其他章节的教学带来新思路。

目前,学术领域对于高端备课这一新领域的研究尚不成熟,然而学者们对高端备课的研究热情却十分高涨。物理高端备课是指以物理课程与教学理论为基础,以科学方法为导向,从而进行既符合学生认知习惯,又符合教学基本逻辑的教学设计。结合高端备课新思路的物理教学更加重视方法的传授,体现“从物理知识传授到物理方法教育,再到物理思想形成”的核心理念,这更加符合新时代对人才的需求。

## 1 现行教材的逻辑缺陷

现行人教版高中物理教材第九章第2节“库仑

定律”采取了问题—库仑定律具体内容—库仑的实验—静电力计算的编写顺序。首先,教材以问题作为导入,引导学生探究带电体与小球间的作用力与距离和电荷量的关系。然后,教材中直接呈现了库仑定律的具体内容,并引出了静电力的概念。在学生明确库仑定律内容后,引领他们探究库仑实验,综合实验结论,得出关系式

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

式中  $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 。最后,利用关系式

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

在例题中引导学生探究万有引力和库仑力的大小关系,得出万有引力远小于库仑力,在研究微观带电粒子的相互作用时,可以忽略万有引力。

笔者认为,这一节的教材编写存在4个主要问题。

第一,在第一部分“问题”中,教材中的表述“带电体C与小球间的作用力会随距离的不同怎样改变呢?在同一位置增大或减小小球所带的电荷量,作用力又会怎样变化?”具有引导性,默认了电荷间的作用力与距离和电荷量两个因素有关,存在

\* 黑龙江省高等教育教学改革项目,项目编号: SJGY20210891;牡丹江师范学院教改项目,项目编号: 21-XJ21046

作者简介:孙婷婷(1998-),女,在读硕士研究生,研究方向为物理教学方法。

通讯作者:郑友进(1974-),男,博士,教授,主要从事超硬材料、纳米功能材料的制备及应用研究。

逻辑断点. 笔者认为, 若想探究电荷间作用力随距离和电荷量怎样改变, 首先要明确电荷间作用力与这两个因素有关, 至少要进行相关猜想和假设, 这更加符合学生的认知发展规律.

第二, 在第一部分“问题”之后, 教材中直接呈现了库仑定律的具体内容. 然而从第一部分的实验现象, 学生仅能得出库仑定律的初步规律, 若想得到一般规律, 还要学习库仑实验, 所以, 这部分的教材编排跳跃性太大, 且不符合学生的认知发展规律, 仿佛这一节的学习就是为了让学生明确库仑定律的具体内容. 事实上, 学生通过这一节的学习, 经历库仑定律的得出过程更为关键.

第三, 教材中仅呈现了库仑定律的具体内容, 却没有单独强调库仑定律的适用条件, 只解释了什么是点电荷, 对于为什么适用于研究真空中两个静止点电荷之间的相互作用力却避而不谈, 学生在课前预习过程中很容易忽略这部分知识, 导致对库仑定律的理解无法深入本质.

第四, 教材中介绍完库仑定律相关内容后便戛然而止, 并未引导学生思考电荷间相互作用是否需要介质, 为下一节“电场 电场强度”做铺垫.

我们认为, 库仑定律的教学核心在于: 怎样帮助学生理解库仑定律的得出过程, 而不是仅掌握库仑定律的具体内容. 因此, 教师在讲授库仑定律时, 应当遵照学生的认知发展规律, 先引导学生借助实验经历物理概念和规律的得出过程, 然后获得一般规律, 最终归纳总结为库仑定律的具体内容, 这几步符合教学的基本逻辑, 更为重要的是符合学生的认知发展规律. 因此, 不可颠倒也不能跳跃.

为了教学的顺利进行, 教师在进行教学设计时要明确教材在这一节中的上述逻辑缺陷, 尽量规避这些问题. 首先, 教师在头脑中要形成符合教学逻辑的教学顺序, 避免教学跳跃性太大, 出现逻辑断点. 此外, 教师还要明确教学重点, 并试图站在学生角度体会这一节中的难点知识, 在保证知识点不遗漏的情况下, 使教学有所侧重且符合学生的认知发展规律. 最后, 教师要有意识地在教授新课中融入已经学过

的知识, 达到复习的目的, 还要在新授课后引导学生预习新知识, 使新旧知识相链接. 从而形成以科学方法为导向, 既符合教学逻辑, 又能适应学生认知发展规律的教学设计, 这也是高端备课的精髓.

## 2 库仑定律教学的高端备课

鉴于教材在这一节中出现的上述4个主要问题, 笔者将采取符合学生认知发展规律以及物理教学基本逻辑的高端备课新尝试, 以规避这些问题, 旨在物理教学过程不出现逻辑断点, 且符合学生的认知发展规律.

结合高端备课教学流程图(图1)的库仑定律新授课中, 教师在确保学生能够准确掌握新知识的前提下, 应将教学重点放在物理规律的得出过程上, 引导学生以科学方法为导向经历库仑定律的得出过程, 深入本质理解库仑定律的具体内容, 并明确库仑定律关系式的物理意义. 具体教学步骤如下.

(1) 首先, 教师要向学生明确: 电荷间确实存在作用力, 这是在回顾旧课, 引导学生联想上一节学习的“同种电荷相互排斥, 异种电荷相互吸引”. 然后, 通过与万有引力类比, 让学生猜想这种电荷间的作用力与什么因素有关. 由此得到电荷间的作用力可能与电荷之间的距离以及电荷量有关. 这一步正弥补了教材中出现的逻辑断点.

(2) 教师借助教材在这一节“问题”中呈现的实验装置, 自主创设实验情境, 引导学生探究电荷间的作用力随电荷间的距离以及电荷量的不同怎样改变. 学生先进行猜想, 然后教师借助多媒体进行实验演示, 通过实验现象引导学生得出库仑定律的初步规律(电荷间的作用力与电荷量成正比, 与电荷间的距离成反比). 得出初步规律后, 教师可以引导学生自己设计实验装置进行探究, 从而加深学生对这部分知识的理解.

(3) 引导学生探究库仑扭秤实验, 明确实验原理, 即“两个带电小球间的作用力与这两个小球中心之间的距离的平方成反比”的得出过程. 然后再借助扭秤实验中带电小球接触不带电小球后电荷量平

分原理解释电荷间的作用力与电荷量的乘积成正比.由此就得到了库仑定律的一般规律,即“在一定条件下,电荷间的作用力与它们的距离的二次方成反比,与它们的电荷量的乘积成正比”.

(4) 利用上述一般规律,引导学生归纳总结出库仑定律的具体内容,具体内容中不仅包括上述一般规律,还应该明确库仑定律的适用条件并引入库仑力的概念和方向,由此构成了库仑定律的完整内容.针对库仑定律适用条件,要避免解释含糊不清,应向学生解释清楚“适用条件是什么”和“为什么”两个问题.

(5) 同样利用上述一般规律,引导学生类比万有引力关系式得到库仑定律关系式

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} (k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2)$$

这一步虽然简单,但十分关键,能够帮助学生理解关

系式的物理意义,并建立科学的思维模式.

(6) 引导学生思考万有引力与库仑力的大小关系,先进行猜想,再思考教材中的“例题1”,最终得出微观粒子间的万有引力远小于库仑力,更为重要的是教师要帮助学生在头脑中建立一种概念:在研究微观带电粒子的相互作用时,可以忽略万有引力,只研究库仑力.这一步既简化了计算过程,又在一定程度上扫清了学生的认知障碍.

(7) 在前6步中,库仑定律相关内容已向学生介绍完毕,教师可以给学生布置一个课后作业:思考电荷之间相互作用是否需要介质?从而为下一节“电场 电场强度”做铺垫,也能督促学生做好课前预习,并且在头脑中建立起前后知识之间的联系.因此,这一步不可或缺,将是连接新旧知识的关键一步.

库仑定律的高端备课教学步骤如图1所示.

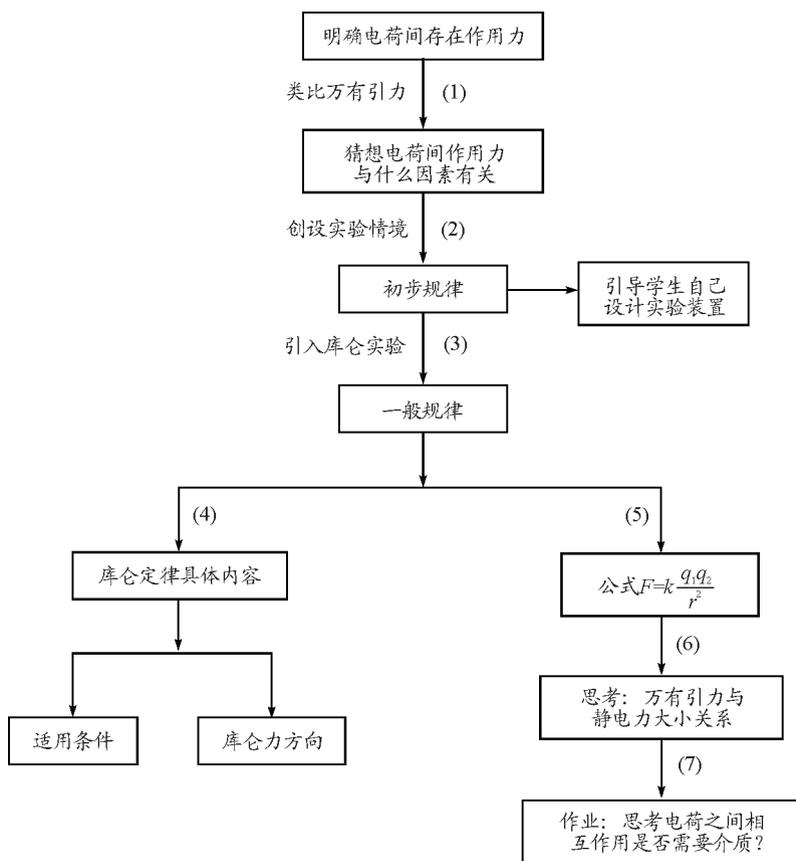


图1 库仑定律的高端备课教学步骤

至此,学生既掌握了新知识,又能准确理解新知识的得出过程及物理意义,从而做到知其然亦能

知其所以然.此外,学生通过这一节课的学习,能够轻松建立起前后知识之间的联系.这些均得益于上

述以科学方法为导向的高端备课教学。

教师教的目的是为了学生的学,且在很大程度上会影响学生的学.因此,教师教的质量至关重要,这就要求教师把握正确的教学逻辑,在教学过程中不拘泥于教材,且能够创造性地利用教材.从而进行科学的教学设计.教师可以结合上述高端备课教学流程图,以科学方法为导向,消除学生的错误前概念,并引导他们以探究的方式开展学习,从而保证学生明确所学知识的得出过程,而不局限于知识本身,这将对他们未来的学习大有裨益.

### 3 比较与启示

为矫正高中物理教材的逻辑缺陷,教师可以采用高端备课新思路进行教学设计,通过这种思路进行的教学设计逻辑清晰且直接有效,更有助于教师教学,也更利于学生学习.以下是两种教学过程的对比研究,以期对中学物理教学带来帮助和启示.

#### (1) 两种教学过程的对比分析——真探究和伪探究

在库仑定律教学的高端备课新尝试中,教师更加注重学生的探究过程,而不是急于给出结论,这种教学方式更有助于学生提高探究以及逻辑推理等方面的能力.在库仑定律的高端备课教学流程图(图1)中,我们能够看出,基于此流程图展开的教学更加注重学生的学习过程,并引导学生在探究过程中掌握正确的方法.在图1中,我们共经历了4步才最终推演出库仑定律的具体内容,其中前3步均为库仑定律的得出过程,第4步依据库仑定律的一般规律归纳总结为库仑定律的具体内容,可见得出结论并不是学生学习的首要目的,在学习过程中获得能力和方法才至关重要.总之,结合高端备课新思路进行的教学能够保证学生在学习过程中进行“真探究”,这也是探究式教学的关键.

然而,如果教师仅基于教材中“库仑定律”的现有内容和逻辑开展教学,学生确实能够学到新知识,也能依据教材中设置的“问题”情境进行探究,但这种探究属于伪探究.在本文的第一部分“现行教材的

逻辑缺陷”中,笔者已指出教材在这一节“问题”中的表述具有引导性,这种引导属于负向引导.这一节刚开始就带领学生探究电荷之间的作用力随电荷间的距离以及电荷量怎样变化,直接默认了电荷间的作用力与这两个因素有关.因此,这种探究属于伪探究,看似合理,但究其本质,学生的探究过程实际上并不完整且缺乏合理性.

总之,中学物理教师在教学过程中要避免“伪探究”,这就需要教师在教学前进行高端备课,确认教材中的探究过程是否完整,是否合理.若不完整,则要在教学设计中补全探究过程.若不合理,则要对探究过程进行矫正.其中,探究过程是否合理侧重于探讨的是教学逻辑问题.

#### (2) 两种教学过程的对比分析——理清教学逻辑,顺应认知发展

从微观角度看,教学过程合理意味着某一部分的教学过程逻辑性强,契合学生的认知水平.从宏观角度看,教学过程合理则意味着整体教学逻辑强,教师在进行教学设计时,不仅理清了整体教学逻辑思路,还顺应了学生的认知发展规律.结合高端备课新思路进行的教学设计就能够在保证教学逻辑合理的同时,满足学生的认知需求,顺应学生的认知发展.

在“库仑定律”这一节中,教材中的编排顺序是:问题—库仑定律具体内容—库仑的实验—静电力计算,依据教材,学生先学习库仑定律具体内容,然后学习库仑的扭秤实验,但这样编排并不符合学生的认知发展规律.学生的认知发展具有顺序性,简言之,学生需要先学习简单的东西,这样才更容易理解后续相对复杂的知识.因此,学生需要先探究库仑实验,明确电荷间作用力的一般规律,这样才能归纳总结出库仑定律的具体内容.如果按照教材中的顺序开展教学,将会为学生设置认知障碍,那么即使在后续的学习过程中消除了这种认知障碍,这种违背学生认知发展规律的教学也很难达到最佳的教学效果.以此为鉴,结合高端备课思路进行的教学设计将摆脱教材中的原有逻辑编排,采用上述高端备课教

(下转第68页)

且做到图 2,3,4 的分运动彼此等效,体现了“理解”知识、“经历”过程、“培养”方法的教学目标;因此,运用等效观念深化绳-船模型,既可作为提升物理观念、方法及科学思维之科学推理、科学论证的实例,又可作为指向物理核心素养的提高型教学设计实例.

### 参考文献

1 方银良. 为何绳端速度如此分解[J]. 物理教师,2010,

31(2):14

2 马皓. 再论“为何绳端速度如此分解”[J]. 物理通报, 2012(1):109 ~ 110

3 刘桂枝. 顺学而导 补全原解——基于学生“最近发展区”的“拉船模型”纠错策略[J]. 物理教师,2013, 34(12):25 ~ 26

4 何述平. 绳-船模型的教学研究[J]. 物理通报,2016(3): 29 ~ 33

## Deepening the Rope – Boat Model Using Equivalent View

He Shuping Lu Jiapeng Zhang Wenting

(College of Education, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** The relevant solutions of the rope – boat model only pay attention to the solution of boat velocity, and do not discuss whether the different forms of motion decomposition are equivalent, which inevitably leaves many defects of understanding. The equivalence problem between the different forms of motion decomposition of the boat is studied by applying equivalent view, and the results show that the three basic partial motions are equivalent not only to the combined motion, but also to each other. The students' doubts in understanding the rope – boat model are explained, and the corresponding teaching suggestions are put forward.

**Key words:** rope – boat model; equivalent view; velocity synthesis method; vector; teaching suggestion

(上接第 63 页)

学流程图(图 1)中的教学顺序,以期达到最好的教学效果.

中学物理教师在教学过程中要做到不拘泥于教材,且能创造性地应用教材.教材仅是教学的辅助材料,若仅依靠教材开展教学,将很难达到预期教学效果.因此,为了达到最好的教学效果,教师在备课时,要注意理清教学逻辑,顺应学生的认知发展.

(3) 两种教学过程的对比分析——承前启后,联系知识

教材在“库仑定律”这一节中并没有很好地“承上”和“启下”,因此新旧知识之间的联系并不明显.教学中若想做好这方面的工作,充分显现新旧知识间的联系,教师可以在备课时设置一个课前小问题,保证教师在新授课前,将上一节内容融合进来,达到复习和联系新旧知识的目的.此外,教师可以在备课时设置课后作业,引导学生在新授课后思考下一节的知识及新旧知识间的联系,达到预习和联

系新旧知识的目的.

例如,图 1 所示的库仑定律教学流程图中,笔者就采取了这种方法,在新授课后,引导学生在课下思考,“电荷之间相互作用是否需要介质?”从而达到启下的目的.

中学物理教师在教学过程中首先要有承前启后的意识,然后采取适当的办法将新旧知识联系起来,从而提高中学物理课堂的教学质量和效率.

### 参考文献

1 邢红军,石尧,李静.“平抛运动”教学的高端备课[J]. 物理教师,2014,35(6):19 ~ 20

2 郑珊,邢红军,陆星琳.关于“变阻器”教学的高端备课[J]. 物理教师,2014,35(1):38 ~ 39

3 许冉冉,邢红军.电动势教学的高端备课[J]. 物理教师, 2016,37(5):6 ~ 8

4 王慧,宁成,邢红军.“电势差”教学的高端备课[J]. 物理教师,2013,34(7):26 ~ 30

5 刘欣,陈清梅,邢红军.超重与失重的高端备课[J]. 物理教师,2013,34(12):30 ~ 31